活性酵母对脂多糖应激黄羽肉鸡肠道健康的影响

潘迪子[1] 李国军[1] 胡贵丽[1] 王玉诗[1] 张 博[2] 贺 喜[1*]

（1.湖南农业大学动物科学技术学院，饲料安全与高效利用教育部工程研究中心，湖南畜禽安全生产协同创新中心，长沙 410128；2.法国乐斯福工业公司，上海 200030）

摘 要：本试验旨在研究活性酵母对脂多糖（LPS）应激黄羽肉鸡肠道健康的影响。选取 480 羽 1 日龄黄羽肉公鸡，随机分成 6 个组，分别为抗生素组（基础饲粮+0.025‰抗生素）、抗生素+LPS 组（基础饲粮+0.025‰抗生素，注射 LPS）、0.05%活性酵母组（基础饲粮+0.05%活性酵母）、0.05%活性酵母+LPS 组（基础饲粮+0.05%活性酵母，注射 LPS）、0.50%活性酵母组（基础饲粮+0.50%活性酵母）和 0.50%活性酵母+LPS 组（基础饲粮+0.50%活性酵母，注射 LPS），每组 8 个重复，每个重复 10 只鸡。试验期 56 d。抗生素+LPS 组、0.05%活性酵母+LPS 组和 0.50%活性酵母+LPS 组的试验鸡于 21、23、25 和 27 日龄按每千克体重肌肉注射 1 mg LPS，其余试验鸡肌肉注射等量生理盐水。于 21 和 27 日龄注射 LPS 或生理盐水后 2、4、6、8、10、12 和 24 h 测量试验鸡的直肠温度，并检测 27 和 56 日龄试验鸡的肠道细胞凋亡指数以及 27、35 和 56 日龄试验鸡的肠道食糜微生物数量和肠道形态结构。结果表明：1）与注射生理盐水相比，LPS 刺激显著提高了 21 日龄注射后 2 h 和 27 日龄注射后 2、4 h 黄羽肉鸡的直肠温度（$P<0.05$），极显著降低了 21 日龄注射后 12 h 和 27 日龄注射后 8 h 黄羽肉鸡的直肠温度（$P<0.01$）；饲粮中添加活性酵母对黄羽肉鸡的直肠温度无显著影响（$P>0.05$）；饲粮中添加活性酵母与肌肉注射 LPS 对黄羽肉鸡的直肠温度无显著交互作用（$P>0.05$）。2）与注射生理盐水相比，LPS 应激显著提高了 27 日龄黄羽肉鸡的十二指肠和回肠细胞凋亡指数（$P<0.05$）；饲粮中添加活性酵母对黄羽肉鸡的肠道细胞凋亡指数无显著影响（$P>0.05$）；饲粮中添加活性酵母与肌肉注射 LPS 对黄羽肉鸡的肠道细胞凋亡指数无显著交互作用（$P>0.05$）。3）与抗生素相比，饲粮中添加 0.05%和 0.50%的活性酵母极显

收稿日期：2016-12-05

基金项目：2014 公益性行业（农业）科研专项项目（201403047）

作者简介：潘迪子（1991—），女，湖南常德人，硕士研究生，从事单胃动物研究。E-mail: pandizy9188@163.com

*通信作者：贺 喜，教授，硕士生导师，E-mail: hexi111@126.com

著提高了27、35和56日龄黄羽肉鸡回肠食糜酵母菌数量（P<0.01）；与注射生理盐水相比，LPS应激对黄羽肉鸡回肠和盲肠食糜微生物数量无显著影响（P>0.05）；饲粮中添加活性酵母与肌肉注射LPS对黄羽肉鸡肠道食糜微生物数量无显著交互作用（P>0.05）。4）与抗生素相比，饲粮中添加0.50%活性酵母显著提高了35日龄黄羽肉鸡的空肠绒毛高度（P<0.05）；与注射生理盐水相比，LPS应激显著提高了56日龄黄羽肉鸡的十二指肠隐窝深度（P<0.05）；饲粮中添加活性酵母与肌肉注射LPS对黄羽肉鸡的肠道形态结构无显著交互作用（P>0.05）。综上所述，LPS能成功诱导黄羽肉鸡的免疫应激反应，饲粮中添加活性酵母能够提高黄羽肉鸡肠道绒毛高度和食糜中酵母菌数量，改善肠道黏膜及菌群结构，但肌肉注射LPS与饲粮中添加活性酵母无显著交互作用。

关键词：活性酵母；黄羽肉鸡；脂多糖；肠道功能

中图分类号：S831

现代集约化的畜牧生产环境导致有害微生物、内毒素和饲粮中的抗原分子极易引起动物机体的免疫应激反应，而动物长期处于免疫应激状态下，会导致肠道生长受阻，易激发肠炎，破坏肠道屏障功能[1-2]，进而影响生长，给养殖业造成巨大的经济损失[3-5]。活性酵母是一种单细胞真菌，属于兼性厌氧菌，是由鲜酵母经压榨干燥脱水而得到的干酵母制品，能耐受胃内的酸性环境，保持代谢活性。Yang 等[5]研究表明，饲粮中添加活性酵母能够显著缓解脂多糖（lipopolysaccharide, LPS）诱导的白羽肉仔鸡的炎症反应，但未从家禽肠道健康角度进行研究探讨。也有研究表明，饲粮中添加酵母能够增加肉鸡肠道中乳酸菌的数量、减少沙门氏菌数量，还能产生大量的氨基酸和B族维生素，促进肠道的消化与吸收功能，保证肠道健康[6]。鉴于维持畜禽肠道健康的重要性，本研究以黄羽肉鸡为试验对象，探讨活性酵母对LPS应激黄羽肉鸡肠道健康的影响，为酵母菌制剂更好地在畜禽养殖中应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

活性酵母的菌株为啤酒酵母，经检测活性为1.2×10^{10} CFU/g，干物质含量为93.43%，粗蛋白质含量为45.76%，由法国乐斯福工业有限公司提供；抗生素为硫酸抗敌素（STY1506023），硫酸粘菌素含量为10%，购自丽珠集团福州福兴医药有限公司；大肠杆菌（*Escherichia coli*）LPS，血清型为O127：B8，购自美国Sigma公司，现用现配；灭菌生

理盐水注射液溶度为 500 μg/mL。

1.2　试验动物与试验设计

选取 480 羽 1 日龄新广黄 K99 黄羽肉公鸡，随机分成 6 个组，分别为抗生素组（基础饲粮+0.025‰抗生素）、抗生素+LPS 组（基础饲粮+0.025‰抗生素，注射 LPS）、0.05%活性酵母组（基础饲粮+0.05%活性酵母）、0.05%活性酵母+LPS 组（基础饲粮+0.05%活性酵母，注射 LPS）、0.50%活性酵母组（基础饲粮+0.50%活性酵母）和 0.50%活性酵母+LPS 组（基础饲粮+0.50%活性酵母，注射 LPS），每组 8 个重复，每个重复 10 只鸡，各组试验鸡初始体重无显著差异（P>0.05）。抗生素+LPS 组、0.05%活性酵母+LPS 组和 0.50%活性酵母+LPS 组的试验鸡于 21、23、25 和 27 日龄 08:00—09:00 按每千克体重肌肉注射 1 mg LPS，其余试验鸡肌肉注射等量生理盐水。于 21 和 27 日龄注射 LPS 或生理盐水后 2、4、6、8、10、12 和 24 h，每重复取 1 只鸡，用玻璃棒水银柱式兽用体温计插入试验鸡直肠约 3 cm 处，5 min 后读数，用于直肠温度测定。常规饲养管理。试验期 56 d。

1.3　试验饲粮

基础饲粮参照 NRC（1994）和《鸡饲养标准》（NY/T 33—2004）推荐的营养水平配制，基础饲粮组成及营养水平见表 1。

表 1　基础饲粮组成及营养水平（风干基础）

Table 1　Composition and nutrient levels of basal diets (air-dry basis)　　%

项目 Items	含量 Content	
	1～28 日龄 Aged from 1 to 28 days	29~56 日龄 Aged from 29 to 56 days
原料 Ingredients		
玉米 Corn	66.00	66.50
豆粕 Soybean meal	26.00	27.00
鱼粉 Fish meal	2.00	
豆油 Soybean oil	1.70	1.80
石粉 Limestone	1.30	1.30
磷酸氢钙 $CaHPO_4$	1.20	1.10
次粉 Wheat middlings	0.50	

麦麸 Wheat bran		1.00
食盐 NaCl	0.30	0.30
预混料 Premix[1)]	1.00	1.00
合计 Total	100.00	100.00
营养水平 Nutrient levels[2)]		
代谢能 ME/(MJ/kg)	12.13	12.55
粗蛋白质 CP	21.00	19.00
有效磷 AP	0.45	0.40
钙 Ca	1.00	0.90
赖氨酸 Lys	1.15	1.00
蛋氨酸 Met	0.50	0.40

[1)] 预混料为每千克饲粮提供 Premix provided the following per kg of diets：VA 9 500 IU，VD_3 62.5 μg，VK_3 2.65 mg，VB_1 2 mg，VB_2 6 mg，VB_{12} 0.025 mg，VE 30 IU，生物素 biotin 0.032 5 mg，叶酸 folic acid 1.25 mg，泛酸 pantothenic acid 12 mg，烟酸 nicotinic acid 50 mg，Cu (as copper sulfate) 8 mg，Zn (as zinc sulfate) 75 mg，Fe (as ferrous sulfate) 80 mg，Mn (as manganese sulfate) 100 mg，Se (as sodium selenite) 0.15 mg，I (as potassium iodide) 0.35 mg。

[2)] 营养水平为计算值。Nutrient levels were calculated values.

1.4 测定指标与方法

1.4.1 肠道食糜微生物数量

于试验鸡 27、35 和 56 日龄时，每重复取 1 只鸡屠宰，取回肠的后 1/2 段及盲肠中食糜，用生理盐水冲食糜于铝盒中，再将处理好的样品放置于−20 ℃冰箱保存。采用平板涂布法测定回肠和盲肠食糜中微生物数量，酵母菌采用马铃薯葡萄糖琼脂（PDA）培养基有氧培养 72 h 进行计数，大肠杆菌采用麦康凯培养基有氧培养 24 h 进行计数，乳酸杆菌和双歧杆菌分别用乳酸细菌（MRS）培养基和溶菌肉汤（BL）培养基厌氧培养 48 h 进行计数。

1.4.2 肠道形态结构与肠道细胞凋亡指数

取 27、35 和 56 日龄试验鸡的十二指肠、空肠和回肠中段 1 cm 肠段，小心去除肠道内食糜后，固定于 4%多聚甲醛溶液中，再将固定好的肠道组织经脱水→透明→浸蜡→包埋→

修块→切片→展开→贴片等一系列处理后，用苏木精–伊红（HE）染色制成组织切片，在显微镜下测量每个组织切片上10根最长绒毛的高度，以其均值作为相应的绒毛高度（VH）和隐窝深度（CD），并计算绒毛高度/隐窝深度（VH/CD）。肠道细胞凋亡采用Tunel原位凋亡检测法，其原理是细胞凋亡的发生使内源性核酸酶激活，DNA的一条链出现缺口，产生一系列3'–OH末端，在脱氧核糖核苷酸末端转移酶作用下，用生物素–dUTP标记组织细胞原位DNA切口。将包埋的肠道组织经脱蜡脱水→酶解→标记→信号转化和分析→复染等处理后，计算21和56日龄试验鸡的肠道细胞凋亡指数。

1.5　统计分析

采用SPSS 17.0统计软件中的two-way ANOVA分析活性酵母和LPS 2个主效应，用GLM程序分析它们之间的互作关系。差异显著时用Duncan氏法进行多重比较，以 $P<0.05$ 作为差异显著性的判断标准。其中活性酵母和LPS为全模型的2个固定效应与互作效应，交互作用显著时，采用one-way ANOVA进行分析。

2　结　果

2.1　活性酵母对LPS应激黄羽肉鸡直肠温度的影响

由表2可知，与注射生理盐水相比，LPS刺激显著提高了21日龄注射后2 h黄羽肉鸡的直肠温度（$P<0.05$），极显著提高了27日龄注射后2和4 h黄羽肉鸡的直肠温度（$P<0.01$），极显著降低了21日龄注射后12 h和27日龄注射后8 h黄羽肉鸡的直肠温度（$P<0.01$）；饲粮中添加活性酵母对黄羽肉鸡的直肠温度无显著影响（$P>0.05$）；饲粮中添加活性酵母与肌肉注射LPS对黄羽肉鸡的直肠温度无显著交互作用（$P>0.05$）。

2.2　活性酵母对LPS应激黄羽肉鸡肠道细胞凋亡指数的影响

由表3可知，与注射生理盐水相比，LPS应激极显著提高了27日龄黄羽肉鸡的十二指肠细胞凋亡指数（$P<0.01$），显著提高了27日龄黄羽肉鸡的回肠细胞凋亡指数（$P<0.05$）；LPS应激对56日龄黄羽肉鸡的十二指肠、空肠和回肠细胞凋亡指数均无显著影响（$P>0.05$）。饲粮中添加活性酵母对黄羽肉鸡的肠道细胞凋亡指数无显著影响（$P>0.05$）。饲粮中添加活性酵母与肌肉注射LPS对黄羽肉鸡的肠道细胞凋亡指数无显著交互作用（$P>0.05$）。

2.3　活性酵母对LPS应激黄羽肉鸡肠道食糜微生物数量的影响

由表4、5、6可知，与抗生素相比，饲粮中添加0.05%和0.50%的活性酵母极显著提高

了27、35和56日龄黄羽肉鸡的回肠食糜酵母菌数量（$P<0.01$）；与注射生理盐水相比，LPS应激对黄羽肉鸡的回肠和盲肠食糜酵母菌、乳酸杆菌、双歧杆菌、大肠杆菌数量无显著影响（$P>0.05$）；饲粮中添加活性酵母与肌肉注射LPS对黄羽肉鸡的肠道食糜微生物数量无显著交互作用（$P>0.05$）。

2.4 活性酵母对LPS应激黄羽肉鸡肠道形态结构的影响

由表7、8、9可知，与抗生素相比，饲粮中添加0.50%活性酵母显著提高了35日龄黄羽肉鸡的空肠绒毛高度（$P<0.05$）；与注射生理盐水相比，LPS应激显著提高了56日龄黄羽肉鸡的十二指肠隐窝深度（$P<0.05$）；饲粮中添加活性酵母与肌肉注射LPS对黄羽肉鸡的十二指肠、空肠和回肠绒毛高度、隐窝深度和绒毛高度/隐窝深度无显著交互作用（$P>0.05$）。

3 讨 论

3.1 活性酵母对LPS应激黄羽肉鸡直肠温度的影响

LPS作为细菌的一种内毒素，进入动物体后能够刺激产生内生致热原细胞，使其产生和释放内生致热原，进而影响体温调节中枢，最终引起体温升高[7]。当动物机体接收到应激源刺激后，感受器会发出信号，通过神经传递到低级中枢，再向上传递到下丘脑；下丘脑分泌肾上腺皮质激素释放激素（CRH），CRH经垂体门脉系统到达垂体前叶，刺激分泌促肾上腺皮质激素（ACTH）；ACTH进入血液循环系统后，最终肾上腺皮质分泌糖皮质激素来调节应激反应[8]。肌肉注射LPS后2 h黄羽肉鸡的直肠温度显著升高，说明注射LPS成功引发了黄羽肉鸡的免疫应激反应；21日龄注射LPS后4 h黄羽肉鸡的直肠温度已恢复至正常水平，且在注射LPS后12 h出现了温度的逆转性生理调节反应，说明LPS的应激效果已经消除；而27日龄注射LPS后6 h黄羽肉鸡的直肠温度恢复至正常水平，注射LPS后8 h就出现了温度的逆转性生理调节反应，这可能是连续注射LPS导致黄羽肉鸡从急性应激转向了慢性应激，加快了对LPS抗原的清除和机体的调节反应时间轴。Liu等[9]研究发现，每千克体重注射500 μg LPS后8 h鸡的体温达到最高，12 h后恢复正常。虽然在反应时间上与本试验有一定的差异，但都能达到体温升高的效果，LPS应激对体温的调节机制还有待进一步探究。另外，活性酵母在LPS的免疫应激过程中对黄羽肉鸡的直肠温度无显著影响，说明活性酵母只是作为一种饲料添加剂被肉鸡采食而不会刺激机体引起致热反应。

3.2 活性酵母对 LPS 应激黄羽肉鸡肠道细胞凋亡的影响

细胞凋亡是机体细胞在一定的病理或生理条件下由多种基因严格控制的细胞自主性死亡，是在细胞受到外界信号刺激后引发的一系列控制开关的开启或关闭的复杂生理过程。LPS 是革兰氏阴性菌细胞壁外膜的主要成分，可引起机体的毒性病理活动，促进细胞因子的释放，诱导细胞异常增殖，从而导致细胞凋亡。本试验采用 Tunel 原位凋亡检测法标记肠道细胞 DNA 裂解片段末端，进行肠道细胞凋亡评估。试验结果表明，LPS 应激显著提高了 27 日龄黄羽肉鸡的十二指肠和回肠细胞凋亡指数，证明试验成功建立了应激模型，LPS 应激造成了肠道损伤。Williams 等[10]研究显示，在老鼠腹部按每千克体重注射≥0.125 mg/kg LPS 能导致肠上皮细胞快速凋亡。本试验结果也表明，饲粮中添加活性酵母对黄羽肉鸡的肠道细胞凋亡指数无显著影响，可能是活性酵母维持了有益的肠道微生态环境，增强了肠道黏膜屏障的免疫功能[11]。

3.3 活性酵母对 LPS 应激黄羽肉鸡肠道食糜微生物数量的影响

健康动物的肠道寄生着大量的菌群，稳定的微生态环境能协助动物产生免疫反应，对外袭菌群起着生物屏障作用。大肠杆菌、乳酸杆菌和双歧杆菌是肠道内的 3 种数量较多的正常菌群。本试验结果表明，饲粮中添加 0.05%和 0.50%的活性酵母显著提高了 27、35 和 56 日龄黄羽肉鸡的回肠食糜酵母菌数量，而对回肠和盲肠食糜乳酸杆菌、双歧杆菌和大肠杆菌数量无显著影响。陈生龙[12]报道，断奶仔猪饲粮中添加 2×10^7 CFU/g 的活酵母，可提高肠道内酵母菌的数量，并对肠道微生物菌群结构具有一定的改善作用，与本试验结果相一致。本试验结果也表明，LPS 应激有增加 56 日龄黄羽肉鸡回肠食糜大肠杆菌数量的趋势，这与冯焱等[13]的研究报道相似。胡友军等[14]的研究结果表明，早期断奶仔猪饲粮中添加活性酵母可显著降低肠道内容物中大肠杆菌数量。

3.4 活性酵母对 LPS 应激黄羽肉鸡肠道形态结构的影响

动物肠道的绒毛高度、隐窝深度和绒毛高度/隐窝深度可反映其发育状况和肠道屏障功能[15-16]，绒毛高度和隐窝深度的变化也是引起肠道功能和吸收机能改变的主要原因[17-18]。本试验结果表明，LPS 应激可显著提高 56 日龄黄羽肉鸡的十二指肠隐窝深度。赵珂立等[19]研究报道，给小鼠按每千克体重腹腔注射 0.8 mg/kg LPS，肠道隐窝深度显著增加，与本试验结果相一致。范伟等[20]研究显示，给仔猪按每千克体重注射 100 μg/kg LPS，十二指肠、空

肠和回肠的隐窝深度均显著增加，表明 LPS 应激可造成肠道损伤。本试验结果发现，饲粮中添加 0.50%活性酵母可显著提高 35 日龄黄羽肉鸡的空肠绒毛高度，并有提高绒毛高度/隐窝深度的趋势，表明活性酵母可促进肠道绒毛的发育，改善肠道形态结构。张爱武等[21]研究结果显示，饲粮中添加 1 g/kg 的活性干酵母（2×10^{10} CFU/g），可显著增加鹌鹑的空肠长度和空肠指数；Sachin 等[22]研究表明，仔猪饲粮中添加啤酒酵母[（2~3）$\times10^{6}$ CFU/g]显著提高了肠道绒毛高度与绒毛高度/隐窝深度；与本试验结果相一致。

4 结 论

LPS 能成功诱导黄羽肉鸡的免疫应激反应;饲粮中添加活性酵母能够提高黄羽肉鸡肠道绒毛高度和食糜酵母菌数量，改善肠道黏膜及菌群结构，但肌肉注射 LPS 与饲粮中添加活性酵母无显著交互作用。

表 2　活性酵母对 LPS 应激黄羽肉鸡直肠温度的影响

Table 2　Effects of active yeast on the rectal temperature of yellow-feathered broilers challenge by LPS　℃

组别 Groups	21 日龄 Aged at 21 days							27 日龄 Aged at 27 days						
	2 h	4 h	6 h	8 h	10 h	12h	24 h	2 h	4 h	6 h	8 h	10 h	12 h	24 h
抗生素组 Antibiotic group	41.24	41.30	41.35	41.40	41.65	41.36	41.25	41.14	40.93	41.49	41.55	41.33	41.30	40.93
抗生素+LPS 组 Antibiotic+LPS group	41.39	41.43	41.40	41.55	41.64	41.34	41.17	41.31	41.23	41.43	41.23	41.21	41.18	40.84
0.05%活性酵母组 0.05% Active yeast group	41.24	41.33	41.20	41.52	41.30	41.43	41.33	41.25	40.83	41.56	41.44	41.25	41.20	40.83
0.05%活性酵母+LPS 组 0.05% Active yeast+LPS group	41.38	41.33	41.22	41.48	41.61	41.20	41.30	41.41	41.21	41.55	41.24	41.23	41.28	40.91
0.50%活性酵母组 0.50% Active yeast group	41.22	41.30	41.27	41.26	41.38	41.38	41.16	41.09	40.86	41.34	41.49	41.28	41.38	40.86
0.50%活性酵母+LPS 组 0.50% Active yeast+LPS group	41.41	41.56	41.37	41.36	41.46	41.25	41.14	41.30	41.59	41.59	41.13	41.34	41.20	40.91
SEM	0.04	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.05	0.03	0.04	0.06	0.02	0.04
主效应 Main effect														
活性酵母　抗生素 Antibiotic	41.31	41.38	41.38	41.50	41.64	41.35	41.19	41.23	41.08	41.45	41.35	41.25	41.22	40.89

Active yeast	0.05%	41.31	41.33	41.21	41.49	41.50	41.28	41.31	41.33	41.02	41.56	41.32	41.23	41.25	40.87
	0.50%	41.32	41.48	41.31	41.31	41.43	41.31	41.15	41.19	41.23	41.45	41.29	41.32	41.27	40.89
脂多糖 LPS	–	41.23^{b}	41.31	41.27	41.38	41.39	41.39^{A}	41.24	41.16^{B}	40.87^{B}	41.46	41.49^{A}	41.26	41.29	40.87
	+	41.39^{a}	41.43	41.34	41.46	41.57	41.27^{B}	41.20	41.34^{A}	41.34^{A}	41.52	41.20^{B}	41.26	41.22	40.89
P 值 *P*-value															
活性酵母 Active yeast		0.991	0.664	0.205	0.158	0.055	0.631	0.099	0.058	0.107	0.386	0.664	0.616	0.644	0.981
脂多糖 LPS		0.040	0.191	0.442	0.436	0.115	0.003	0.467	<0.001	0.001	0.388	0.001	0.695	0.137	0.807
活性酵母×脂多糖 Active yeast×LPS		0.961	0.546	0.883	0.664	0.238	0.093	0.888	0.906	0.085	0.145	0.655	0.467	0.105	0.649

同列数据肩标相同或无字母表示差异不显著(P＞0.05)，不同小写字母表示差异显著(P<0.05)，不同大写字母表示差异极显著(P<0.01)。下表同。

In the same column, values with the same or no letter superscripts mean no significant difference (P>0.05), and with different small letter superscripts mean significant difference (P＜0.05), while with different large letter superscripts mean significant difference (P＜0.01). The same as below.

表 3　活性酵母对 LPS 应激黄羽肉鸡肠道细胞凋亡指数的影响

Table 3　Effects of active yeast on the apoptotic index of intestinal cell of yellow-feathered broilers challenge by LPS

组别 Groups		27 日龄 Aged at 27 days			56 日龄 Aged at 56 days		
		十二指肠 Duodenum	空肠 Jejunum	回肠 Ileum	十二指肠 Duodenum	空肠 Jejunum	回肠 Ileum
抗生素组 Antibiotic group		25.00	21.00	23.67	35.67	17.00	28.33
抗生素+LPS 组 Antibiotic+LPS group		36.67	18.00	36.00	33.67	17.33	32.00
0.05%活性酵母组 0.05% Active yeast group		29.67	19.00	32.33	27.67	20.33	38.67
0.05%活性酵母+LPS 组 0.05% Active yeast+LPS group		37.00	20.00	32.33	31.00	15.00	36.33
0.50%活性酵母组 0.50% Active yeast group		25.00	18.33	29.67	32.00	17.67	36.33
0.50%活性酵母+LPS 组 0.50% Active yeast+LPS group		37.33	17.67	41.00	36.33	15.67	42.00
SEM		1.67	0.77	1.74	1.59	1.29	1.60
主效应 Main effect							
活性酵母 Active yeast	抗生素 Antibiotic	30.83	19.50	29.83	34.67	17.17	30.17
	0.05%	33.33	19.50	32.33	29.33	17.67	37.50
	0.50%	31.17	18.00	35.33	34.17	16.67	39.17
脂多糖 LPS	–	26.56[B]	19.44	28.56[b]	31.78	18.33	34.44
	+	37.00[A]	18.56	36.44[a]	33.67	16.00	36.78
P 值 *P*-value							
活性酵母 Active yeast		0.661	0.713	0.301	0.392	0.961	0.053

脂多糖 LPS	0.001	0.610	0.014	0.586	0.437	0.427
活性酵母×脂多糖 Active yeast×LPS	0.661	0.637	0.171	0.720	0.731	0.508

表 4　活性酵母对 LPS 应激黄羽肉鸡 27 日龄肠道食糜微生物数量的影响

Table 4　Effects of active yeast on microflora number of intestinal chyme of yellow-feathered broilers aged at 27 days challenge by LPS　　lg(CFU/g)

组别 Groups	回肠 Ileum				盲肠 Cecum			
	酵母菌 *Saccharomycetes*	乳酸杆菌 *Lactobacillus*	双歧杆菌 *Bifidobacterium*	大肠杆菌 *Escherichia coli*	酵母菌 *Saccharomycetes*	乳酸杆菌 *Lactobacillus*	双歧杆菌 *Bifidobacterium*	大肠杆菌 *Escherichia coli*
抗生素组 Antibiotic group	3.64	5.58	6.57	4.43	4.45	6.43	6.14	5.38
抗生素+LPS 组 Antibiotic+LPS group	3.31	5.64	6.74	4.54	4.62	6.74	6.75	5.72
0.05%活性酵母组 0.05% Active yeast group	4.65	5.54	6.53	4.56	4.48	6.61	6.41	5.83
0.05%活性酵母+LPS 组 0.05% Active yeast +LPS group	4.45	5.52	6.42	4.71	4.59	6.62	6.21	5.70
0.50%活性酵母组 0.50% Active yeast group	4.71	5.61	6.86	4.86	4.44	6.73	6.27	5.36
0.50%活性酵母+LPS 组	4.69	5.47	6.50	4.66	4.74	6.40	6.47	5.65

0.50% Active yeast+LPS group									
SEM		0.10	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.08	0.05
主效应 Main effect									
活性酵母 Active yeast	抗生素 Antibiotic	3.47^{B}	5.61	6.65	4.48	4.54	6.58	6.43	5.56
	0.05%	4.56^{A}	5.53	6.48	4.63	4.53	6.62	6.31	5.76
	0.50%	4.70^{A}	5.54	6.68	4.76	4.59	6.57	6.37	5.51
脂多糖 LPS	–	4.32	5.58	6.65	4.62	4.47	6.59	6.28	5.52
	+	4.14	5.54	6.55	4.63	4.65	6.59	6.47	5.69
P 值 *P*-value									
活性酵母 Active yeast		0.001	0.842	0.276	0.115	0.941	0.942	0.771	0.074
脂多糖 LPS		0.125	0.768	0.367	0.874	0.116	0.976	0.189	0.088
活性酵母×脂多糖 Active yeast×LPS		0.553	0.797	0.153	0.347	0.802	0.093	0.103	0.098

表 5 活性酵母对 LPS 应激黄羽肉鸡 35 日龄肠道食糜微生物数量的影响

Table 5 Effects of active yeast on microflora number of intestinal chyme of yellow-feathered broilers aged at 35 days challenge by LPS lg(CFU/g)

组别 Groups	回肠 Ileum	盲肠 Cecum

	酵母菌 *Saccharomycetes*	乳酸杆菌 *Lactobacillus*	双歧杆菌 *Bifidobacterium*	大肠杆菌 *Escherichia coli*	酵母菌 *Saccharomycetes*	乳酸杆菌 *Lactobacillus*	双歧杆菌 *Bifidobacterium*	大肠杆菌 *Escherichia coli*
抗生素组 Antibiotic group	3.67	5.43	6.27	4.84	4.37	5.26	5.88	5.70
抗生素+LPS 组 Antibiotic+LPS group	3.47	5.63	6.29	4.65	3.89	5.97	5.89	5.67
0.05%活性酵母组 0.05% Active yeast group	4.51	5.20	6.60	4.79	4.49	5.82	5.97	5.51
0.05%活性酵母+LPS 组 0.05% Active yeast+LPS group	4.59	5.52	6.16	4.67	4.47	5.44	6.04	4.91
0.50%活性酵母组 0.50% Active yeast group	4.71	5.54	6.32	4.61	4.56	5.52	5.78	5.24
0.50%活性酵母+LPS 组 0.50% Active yeast+LPS group	4.61	5.39	6.68	4.91	4.52	5.75	6.23	5.14
SEM	0.09	0.09	0.09	0.06	0.09	0.09	0.11	0.11
主效应 Main effect								

活性酵母 Active yeast	抗生素 Antibiotic	3.56[B]	5.53	6.28	4.74	4.13	5.59	5.88	5.69
	0.05%	4.55[A]	5.36	6.38	4.73	4.48	5.60	6.00	5.21
	0.50%	4.66[A]	5.46	6.50	4.75	4.54	5.64	6.01	5.19
脂多糖 LPS	–	4.31	5.39	6.40	4.74	4.47	5.50	5.88	5.48
	+	4.22	5.51	6.38	4.73	4.29	5.71	6.05	5.22
P 值 *P*-value									
活性酵母 Active yeast		<0.001	0.737	0.633	0.974	0.141	0.993	0.891	0.143
脂多糖 LPS		0.430	0.495	0.921	0.969	0.329	0.278	0.459	0.276
活性酵母×脂多糖 Active yeast ×LPS		0.451	0.529	0.225	0.207	0.512	0.053	0.724	0.526

表 6 活性酵母对 LPS 应激黄羽肉鸡 56 日龄肠道食糜微生物数量的影响

Table 6 Effects of active yeast on microflora number of intestinal chyme of yellow-feathered broilers aged at 56 days challenge by LPS lg(CFU/g)

组别 Groups	回肠 Ileum				盲肠 Cecum			
	酵母菌 *Saccharomycetes*	乳酸杆菌 *Lactobacillus*	双歧杆菌 *Bifidobacterium*	大肠杆菌 *Escherichia coli*	酵母菌 *Saccharomycetes*	乳酸杆菌 *Lactobacillus*	双歧杆菌 *Bifidobacterium*	大肠杆菌 *Escherichia coli*

抗生素组 Antibiotic group		3.51	5.48	6.26	4.41	4.54	6.08	6.32	5.55
抗生素+LPS 组 Antibiotic+LPS group		3.03	5.59	6.25	4.92	3.95	6.22	6.07	5.76
0.05%活性酵母组 0.05% Active yeast group		4.46	5.51	6.53	4.12	4.46	6.39	6.26	5.47
0.05%活性酵母+LPS 组 0.05% Active yeast+LPS group		4.43	5.36	6.40	4.67	4.30	6.28	6.11	5.51
0.50%活性酵母组 0.50% Active yeast group		4.34	5.65	6.38	4.77	4.06	6.43	6.57	5.74
0.50%活性酵母+LPS 组 0.50% Active yeast+LPS group		4.16	5.70	6.11	4.70	4.45	6.43	6.20	5.70
SEM		0.11	0.06	0.08	0.10	0.10	0.08	0.09	0.09
主效应 Main effect									
活性酵母 Active yeast	抗生素 Antibiotic	3.27^{B}	5.54	6.26	4.66	4.25	6.15	6.19	5.65
	0.05%	4.45^{A}	5.44	6.46	4.40	4.38	6.34	6.19	5.49

	0.50%	4.25[A]	5.68	6.25	4.73	4.26	6.43	6.38	5.72
脂多糖 LPS	–	4.10	5.55	6.39	4.43	4.35	6.30	6.38	5.59
	+	3.87	5.55	6.25	4.76	4.23	6.31	6.13	5.65
P 值 *P*-value									
活性酵母 Active yeast		＜0.001	0.272	0.478	0.306	0.852	0.421	0.631	0.607
脂多糖 LPS		0.156	0.999	0.397	0.078	0.577	0.951	0.182	0.731
活性酵母×脂多糖 Active yeast×LPS		0.529	0.669	0.800	0.309	0.178	0.842	0.895	0.874

表 7 活性酵母对 LPS 应激黄羽肉鸡 27 日龄肠道形态结构的影响

Table 7 Effects of active yeast on the intestinal morphology of yellow-feathered broilers aged at 27 days challenge by LPS

组别 Groups	十二指肠 Duodenum			空肠 Jejunum			回肠 Ileum		
	绒毛高度 Vh/μm	隐窝深度 Cd/μm	绒毛高度/隐窝深度 Vh/Cd	绒毛高度 Vh/μm	隐窝深度 Cd/μm	绒毛高度/隐窝深度 Vh/Cd	绒毛高度 Vh/μm	隐窝深度 Cd/μm	绒毛高度/隐窝深度 Vh/Cd
抗生素组 Antibiotic group	382.1	293.3	1.3	249.6	207.38	1.2	211.8	135.0	1.9
抗生素+LPS 组	399.2	301.2	1.2	278.2	209.95	1.4	213.9	158.1	1.4

Antibiotic+LPS group										
0.05%活性酵母组										
0.05% Active yeast group		391.9	289.7	1.4	299.2	222.4	1.4	247.4	174.1	1.5
0.05%活性酵母+LPS 组										
0.05% Active yeast+LPS group		403.4	288.0	1.5	280.0	211.4	1.4	228.7	147.3	1.5
0.50%活性酵母组										
0.50% Active yeast group		264.3	192.0	1.5	322.4	233.0	1.4	237.7	170.1	1.4
0.50%活性酵母+LPS 组										
0.50% Active yeast+LPS group		404.1	296.4	1.3	294.6	225.3	1.2	206.1	137.0	1.4
SEM		16.0	13.6	0.0	8.4	5.4	0.0	5.9	5.5	0.0
	抗生素									
活性酵母	Antibiotic	390.6	297.3	1.3	263.9	208.67	1.3	212.8	147.6	1.6
Active yeast	0.05%	397.6	288.9	1.4	289.1	216.9	1.4	238.1	161.9	1.5
	0.50%	324.2	236.7	1.4	308.5	229.1	1.3	221.9	155.1	1.4
脂多糖 LPS	–	337.9	251.7	1.4	290.0	220.94	1.3	232.3	161.2	1.6
	+	402.2	295.2	1.3	284.3	215.53	1.3	216.2	148.1	1.4
P 值 *P*-value										

活性酵母 Active yeast	0.148	0.191	0.096	0.096	0.328	0.721	0.207	0.555	0.346
脂多糖 LPS	0.060	0.158	0.468	0.725	0.629	0.887	0.172	0.253	0.193
活性酵母×脂多糖 Active yeast×LPS	0.126	0.175	0.546	0.329	0.872	0.474	0.488	0.075	0.215

表 8 活性酵母对 LPS 应激黄羽肉鸡 35 日龄肠道形态结构的影响

Table 8 Effects of active yeast on the intestinal morphology of yellow-feathered broilers aged at 35 days challenge by LPS

组别 Groups	十二指肠 Duodenum			空肠 Jejunum			回肠 Ileum		
	绒毛高度 Vh/μm	隐窝深度 Cd/μm	绒毛高度/隐窝深度 Vh/Cd	绒毛高度 Vh/μm	隐窝深度 Cd/μm	绒毛高度/隐窝深度 Vh/Cd	绒毛高度 Vh/μm	隐窝深度 Cd/μm	绒毛高度/隐窝深度 Vh/Cd
抗生素组 Antibiotic group	388.6	273.9	1.3	286.5	204.9	1.3	208.0	132.6	1.8
抗生素+LPS 组 Antibiotic+LPS group	375.1	284.7	1.4	242.5	213.9	1.3	226.4	160.6	1.5
0.05%活性酵母组 0.05% Active yeast group	383.2	314.5	1.3	270.7	210.4	1.3	216.4	175.7	1.4
0.05%活性酵母+LPS 组	405.4	328.6	1.2	302.3	231.9	1.3	207.7	142.7	1.5

0.05% Active yeast+LPS group										
0.50%活性酵母组 0.50% Active yeast group		378.6	304.0	1.3	363.0	234.5	1.6	219.4	160.8	1.5
0.50%活性酵母+LPS 组 0.50% Active yeast+LPS group		366.2	269.8	1.3	302.5	215.2	1.4	227.0	135.7	1.7
SEM		7.7	8.3	0.0	10.7	9.8	0.0	3.7	7.3	0.1
活性酵母 Active yeast	抗生素 Antibiotic	380.5	278.2	1.3	266.5[b]	209.4	1.3	217.2	146.6	1.6
	0.05%	394.3	322.2	1.3	286.5[ab]	221.1	1.3	212.9	159.2	1.4
	0.50%	372.4	285.3	1.3	332.8[a]	224.8	1.5	223.6	149.4	1.6
脂多糖 LPS	–	382.8	296.0	1.3	306.7	216.6	1.5	214.3	156.3	1.6
	+	382.2	295.6	1.3	284.8	220.3	1.3	221.9	147.0	1.5
P 值 *P*-value										
活性酵母 Active yeast		0.526	0.091	0.344	0.019	0.820	0.060	0.503	0.744	0.713
脂多糖 LPS		0.941	0.849	0.702	0.208	0.859	0.361	0.451	0.501	0.860
活性酵母×脂多糖 Active yeast×LPS		0.588	0.369	0.818	0.116	0.717	0.310	0.352	0.193	0.505

表 9　活性酵母对 LPS 应激黄羽肉鸡 56 日龄肠道形态结构的影响

Table 9　Effects of active yeast on the intestinal morphology of yellow-feathered broilers aged at 56 days challenge by LPS

组别 Groups	十二指肠 Duodenum			空肠 Jejunum			回肠 Ileum		
	绒毛高度 Vh/μm	隐窝深度 Cd/μm	绒毛高度/隐窝深度 Vh/Cd	绒毛高度 Vh/μm	隐窝深度 Cd/μm	绒毛高度/隐窝深度 Vh/Cd	绒毛高度 Vh/μm	隐窝深度 Cd/μm	绒毛高度/隐窝深度 Vh/Cd
抗生素组 Antibiotic group	1 180.5	177.3	6.7	1 166.6	196.9	6.1	972.7	174.3	5.6
抗生素+LPS 组 Antibiotic+LPS group	1 244.7	213.1	6.0	1 163.5	204.6	5.7	882.6	169.0	5.3
0.05%活性酵母组 0.05% Active yeast group	1 183.1	196.6	6.1	1 183.4	224.3	5.4	996.2	204.8	4.9
0.05%活性酵母+LPS 组 0.05% Active yeast+LPS group	1 319.8	202.6	6.6	1 008.6	200.3	4.7	910.3	174.2	5.2
0.50%活性酵母组 0.50% Active yeast group	1 312.2	186.2	7.0	1 081.2	198.8	5.4	854.4	177.1	5.4
0.50%活性酵母+LPS 组	1 217.8	219.8	5.7	1 014.0	201.4	5.0	830.6	217.1	4.2

0.50% Active yeast+LPS group										
SEM		21.9	5.3	0.2	32.0	3.5	0.2	20.5	6.8	0.2
活性酵母 Active yeast	抗生素 Antibiotic	1 219.0	198.8	6.3	1 164.7	201.5	5.8	918.6	171.1	5.4
	0.05%	1 251.4	199.6	6.3	1 096.0	212.3	5.1	953.2	189.8	5.1
	0.50%	1 265.0	204.6	6.3	1 047.6	190.6	5.2	840.1	201.1	4.7
脂多糖 LPS	–	1 230.9	188.0[b]	6.6	1 140.9	207.9	5.6	948.9	188.1	5.3
	+	1 260.8	211.9[a]	6.1	1 062.0	202.1	5.2	874.5	186.7	4.8
P 值 *P*-value										
活性酵母 Active yeast		0.613	0.833	0.999	0.254	0.259	0.170	0.069	0.312	0.267
脂多糖 LPS		0.418	0.021	0.141	0.152	0.508	0.193	0.098	0.919	0.172
活性酵母×脂多糖 Active yeast×LPS		0.085	0.411	0.108	0.457	0.139	0.913	0.748	0.104	0.117

参考文献：

[1] NAITO Y,TAKAGI T,YOSHIKAWA T.Neutrophil-dependent oxidative stress in ulcerative colitis[J].Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition,2007,41(1):18–26.

[2] QUINTEIRO-FILHO W M,RIBEIRO A,FERRAZ-DE-PAULA V,et al.Heat stress impairs performance parameters,induces intestinal injury,and decreases macrophage activity in broiler chickens[J].Poultry Science,2010,89(9):1905–1914.

[3] ROZENBOIM I,TAKO E,GAL-GARBER O,et al.The effect of heat stress on ovarian function of laying hens[J].Poultry Science,2007,86(8):1760–1765.

[4] STAR L,KEMP B,VAN DEN ANKER I,PARMENTIER H K.Effect of single or combined climatic and hygienic stress in four layer lines:1.Performance[J].Poultry Science,2008,87(6):1022–1030.

[5] YANG X J,LI W L,FENG Y,et al.Effects of immune stress on growth performance, immunity, and cecal microflora in chickens[J].Poultry Science,2011,90(12):2740–2746.

[6] SHANMUGASUNDARAM R,SIFRI M,SELVARAJ R K.Effect of yeast cell product supplementation on broiler cecal microflora species and immune responses during an experimental coccidial infection[J].Poultry Science,2013,92(5):1195–1201.

[7] 王兰兰.在 LPS 致大鼠发热过程中下丘脑 TRPV4 对体温及 cAMP 含量、$[Ca^{2+}]_i$ 的影响[D].硕士学位论文.北京:中国医科大学,2008.

[8] 李武林.免疫应激对肉鸡生长性能、免疫功能及盲肠微生物区系的影响[D].硕士学位论文.杨凌:西北农林科技大学,2010.

[9] LIU L,SHEN J,ZHAO C,et al.Dietary astragalus polysaccharide alleviated immunological stress in broilers exposed to lipopolysaccharide[J].International Journal of Biological Macromolecules,2015,72:624–632.

[10] WILLIAMS J M,DUCKWORTH C A,WATSON A J M,et al.A mouse model of pathological small intestinal epithelial cell apoptosis and shedding induced by systemic administration of lipopolysaccharide[J].Disease Models & Mechanisms,2013,6(6):1388–1399.

[11] JIANG Z Y,WEI S Y,WANG Z L,et al.Effects of different forms of yeast Saccharomyces

cerevisiae on growth performance,intestinal development,and systemic immunity in early-weaned piglets[J].Journal of Animal Science and Biotechnology,2015,6(1):47.

[12] 陈生龙.活酵母对断奶仔猪生产性能、免疫功能和肠道微生物区系的影响[D].硕士学位论文.福州:福建农林大学,2009.

[13] 冯焱,杨小军,李武林,等.Real-time PCR 分析免疫应激对肉鸡各肠段微生物区系的影响[J].中国农业科学,2013,46(22):4800–4807.

[14] 胡友军,林映才,余德谦.活性酵母对早期断奶仔猪肠道微生物区系、肠黏膜形态和挥发性盐基氮的影响[J].养猪,2003(4):3–5.

[15] JEURISSEN S H,LEWIS F,VAN DER KLIS J D,et al.Parameters and techniques to determine intestinal health of poultry as constituted by immunity,integrity,and functionality[J].Current Issues in Intestinal Microbiology,2002,3(1):1–14.

[16] LUO Q,CUI H M,PENG X,et al.Suppressive effects of dietary high fluorine on the intestinal development in broilers[J].Biological Trace Element Research,2013,156(1/2/3):153–165.

[17] NABUURS M J A,HOOGENDOORN A,Van Der Molen E J,et al.Villus height and crypt depth in weaned and unweaned pigs,reared under various circumstances in the Netherlands[J].Research in Veterinary Science,1993,55(1):78–84.

[18] CERA K R,MAHAN D C,CROSS R F,et al.Effect of age,weaning and postweaning diet on small intestinal growth and jejunal morphology in young swine[J].Journal of Animal Science,1988,66(2):574–584.

[19] 赵珂立,陈小连,徐健雄.LPS 诱导的大鼠肠道损伤模型的建立和抗氧化剂对损伤的修复作用[C]//中国畜牧兽医学会动物营养学分会第六次全国饲料营养学术研讨会论文集.北京:中国畜牧兽医学会,2010:460.

[20] 范伟,刘玉兰,朱惠玲,等.PPAR-γ 激活对脂多糖刺激的断奶仔猪肠道结构和功能的影响[C]//中国畜牧兽医学会动物营养学分会第十次学术研讨会论文集.北京:中国畜牧兽医学会动物营养学分会,2008:364.

[21] 张爱武,鞠贵春,薛军.活性干酵母对鹌鹑小肠发育、肠道菌群及血清中胆固醇质量浓度的影响[J].西北农业学报,2011,20(7):9–12.

[22] SACHIN K,VERMA A K,AGARWAL N,et al.Effect of saccharomyces cerevisiae on growth,nutrient digestibility,faecal quality and intestinal morphology in early-weaned crossbred piglets[J].Animal Nutrition and Feed Technology,2013,13(2):291–302.

Effects of Active Yeast on Intestinal Health of Yellow-Feathered Broilers Challenge by Lipopolysaccharide

PAN Dizi[1] LI Guojun[1] HU Guili[1] WANG Yushi[1] ZHANG Bo[2] HE Xi[1*]

(1. *Hunan Co-Innovation Center of Animal Production Safety*, *Engineering Research Center for Feed Safety and Efficient Utilization of Ministry of Education*, *College of Animal Science and Technology, Hunan Agricultural University*, *Changsha* 410128, *China*; 2. *France Lesaffre Industrial Company*, *Shanghai* 200030, *China*)

Abstract: This experiment was conducted to study the effects of active yeast on intestinal health of yellow-feathered broilers challenge by lipopolysaccharide (LPS). Four hundred and eighty one-day-old male yellow-feathered broilers were randomly allotted to six groups with 8 replicates per group and 10 broilers per replicate. The broilers in antibiotic group were fed with the basal diet supplemented with 0.025‰ antibiotic, that in antibiotic+LPS group were fed with the basal diet supplemented with 0.025‰ antibiotic and injected with LPS, that in 0.05% active yeast group were fed with the basal diet supplemented with 0.05% active yeast, that in 0.05% active yeast+LPS group were fed with the basal diet supplemented with 0.05% active yeast and injected with LPS, that in 0.50% active yeast group were fed with the basal diet supplemented with 0.50% active yeast, and that in 0.50% active yeast+LPS group were fed with the basal diet supplemented with 0.50% active yeast and injected with LPS. The experiment lasted for 56 d. Broilers aged at 21, 23, 25 and 27 days in antibiotic+LPS group, 0.05% active yeast+LPS group and 0.50% active yeast+LPS group were injected intramuscularly with 1 mg LPS per kg body weight, and the others were injected intramuscularly with same volume saline. The rectal temperature of broilers aged at 21 and 27 days were measured at 2, 4, 6, 8, 10, 12 and 24 h after the injection of LPS or saline, and the apoptotic index of intestinal cell of broilers aged at 27 and 56 days, microflora number of

*Corresponding author, professor, E-mail: hexi111@126.com (责任编辑　李慧英)

intestinal chyme and intestinal morphology of broilers aged at 27, 35 and 56 days were detected. The results showed as follows: 1) compared with saline injection, LPS challenge significantly increased the rectal temperature of yellow-feathered broilers at 2 h after injection aged at 21 days and at 2 h and 4 h after injection aged at 27 days (P<0.05), and extremely significantly decreased the rectal temperature of yellow-feathered broilers at 12 h after injection aged at 21 days and at 8 h after injection aged at 27 days (P<0.01). Dietary active yeast had no significant effect on the rectal temperature of yellow-feathered broilers (P>0.05), and dietary active yeast and intramuscular injection of LPS had no significant interaction on the rectal temperature of yellow-feathered broilers (P>0.05). 2) Compared with saline injection, LPS challenge significantly increased the apoptotic index of duodenum and ileum of yellow-feathered broilers aged at 27 days (P<0.05). Dietary active yeast had no significant effect on the apoptotic index of intestinal cell of yellow-feathered broilers (P>0.05), and dietary active yeast and intramuscular injection of LPS had no significant interaction on the apoptotic index of intestinal cell of yellow-feathered broilers (P>0.05). 3) Compared with antibiotic, dietary 0.05% and 0.50% active yeast extremely significantly increased the *Saccharomycetes* number of ileal chyme of yellow-feathered broilers aged at 27, 35 and 56 days (P<0.01). Compared with saline injection, LPS challenge had no significant effect on the microflora number of ileal and cecal chyme of yellow-feathered broilers (P>0.05). Dietary active yeast and intramuscular injection of LPS had no significant interaction on the microflora number of intestinal chyme of yellow-feathered broilers (P>0.05). 4) Compared with antibiotic, dietary 0.50% active yeast significantly increased the villus height of jejunum of yellow-feathered broilers aged at 35 days (P<0.05). Compared with saline injection, LPS challenge significantly increased the crypt depth of duodenum of yellow-feathered broilers aged at 56 days (P<0.05). Dietary active yeast and intramuscular injection of LPS had no significant interaction on the intestinal morphology of yellow-feathered broilers (P>0.05). In conclusion, the immune stress of yellow-feathered broilers is successfully induced by LPS, and dietary active yeast can increase the intestinal villus height and *Saccharomycetes* number of chyme, improve the intestinal mucosa and microflora structure of yellow-feathered broilers, but intramuscular

injection of LPS and dietary active yeast have no interaction.

Key words: active yeast; yellow-feathered broilers; lipopolysaccharide; intestinal function